

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

20.08.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 3 年    3 月 2 6 日  
Date of Application:

出 願 番 号      特 願 2 0 0 3 - 0 8 4 7 7 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:      [ J P 2 0 0 3 - 0 8 4 7 7 4 ]

出      願      人  
Applicant(s):      株式会社日立国際電気

REC'D 15 AUG 2003

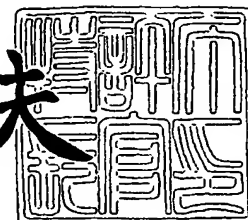
WIPO      PCT

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年    8 月    1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 20210055P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/205

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立  
国際電気内

【氏名】 尾崎 貴志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立  
国際電気内

【氏名】 寿崎 健一

【特許出願人】

【識別番号】 000001122

【氏名又は名称】 株式会社日立国際電気

【代理人】

【識別番号】 100085637

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶原 辰也

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-187566

【出願日】 平成14年 6月27日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015510

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0015266

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板処理装置および半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を処理する処理室と、前記基板を支持する基板支持体と、この基板支持体を収容する待機室と、前記基板を支持した前記基板支持体を前記待機室から前記処理室へ搬入する際の前記待機室および前記処理室の圧力が大気圧よりも低い圧力となるように制御する制御装置と、を有する基板処理装置であって、

前記基板支持体は前記基板と接触する支持部と、この支持部の下方に設けられてこの支持部の外周縁の一部から外方に延び出た受け皿部とを有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】 基板を処理する処理室と、この処理室で前記基板を支持する基板支持体とを有し、CVD法によって前記基板に薄膜を堆積させる処理を実施する基板処理装置であって、

前記基板支持体は前記基板と接触する支持部と、この支持部の下方に設けられてこの支持部の外周縁の一部から外方に延び出た受け皿部とを有し、前記受け皿部は前記支持部で発生するパーティクルを受け止めるように構成されていることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 3】 基板と接触する支持部と、この支持部の下方に設けられてこの支持部の外周縁から外方に延び出た受け皿部とを有する基板支持体に前記基板を支持するステップと、前記基板を支持した前記基板支持体を大気圧よりも低い圧力で処理室に搬入するステップと、前記処理室において前記基板支持体によって支持された前記基板を処理するステップと、を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 基板と接触する支持部と、この支持部の下方に設けられてこの支持部の外周縁の一部から外方に延び出た受け皿部とを有し、前記受け皿部は前記支持部で発生したパーティクルを受け止めるように構成された基板支持体により前記基板を支持するステップと、前記基板を前記基板支持体によって支持した状態でCVD法によって前記基板に薄膜を堆積させるステップと、を有することを

特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板処理装置および半導体装置の製造方法に関し、特に、半導体集積回路装置（以下、ICという。）の製造方法であって、例えば、半導体素子を含む集積回路が作り込まれる半導体ウエハ（以下、ウエハという。）にドーパドポリシリコン（Doped-Poly Si）膜やノンドーパドポリシリコン（NonDoped-Poly Si）膜や窒化シリコン（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）膜や酸化シリコン（ $\text{SiO}_x$ ）膜等の膜を熱CVD装置を使用して堆積（デポジション）させる工程に利用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

ICの製造方法においては、ウエハにドーパドポリシリコン膜やノンドーパドポリシリコン膜や窒化シリコン膜や酸化シリコン膜等のCVD膜を形成する工程にバッチ式縦形ホットウォール形減圧CVD装置が、広く使用されている。バッチ式縦形ホットウォール形減圧CVD装置（以下、CVD装置という。）は、ウエハが収容されるインナチューブおよびインナチューブを取り囲むアウトチューブから構成されて縦形に設置されたプロセスチューブと、プロセスチューブによって形成された処理室に成膜ガス等を供給するガス供給管と、処理室を真空排気する排気管と、プロセスチューブ外に敷設されて処理室を加熱するヒータユニットと、複数枚のウエハを複数段の保持溝によって保持して処理室に対して搬入搬出するポートと、処理室への搬入搬出に対してポートが待機する待機室とを備えており、待機室において複数枚のウエハがポートに装填（ウエハチャージング）された後に、待機室から予熱された処理室に搬入（ポートローディング）され、処理室に成膜ガスがガス供給管から供給されるとともに、処理室が所定の熱処理温度にヒータユニットによって加熱されることにより、ウエハの上にCVD膜が堆積するように構成されている（例えば、特許文献1参照）。

従来のこの種のCVD装置においてポートローディングする方法としては、処理

室および待機室が共に大気圧の状態でポートローディングする方法と、処理室および待機室を窒素 ( $N_2$ ) ガスに置換 (パージ) してポートローディングする方法と、処理室および待機室を真空中に排気してポートローディングする方法とがある。処理室および待機室が共に大気圧の状態でポートローディングする方法においては、ポートローディング時に自然酸化膜が生成し易いため、ICの製造方法の歩留りに悪影響が及ぶという問題点がある。処理室および待機室を窒素ガスに置換してポートローディングする方法においては、大気圧の状態でポートローディングする場合に比べて自然酸化膜の生成を抑制することができるが、置換された窒素ガスから完全に酸素 ( $O_2$ ) を除去することはできないために、ある程度の自然酸化膜は増加してしまう。処理室および待機室を真空中に排気してポートローディングする方法においては、酸素を略完全に除去することができるため、窒素ガス雰囲気下でポートローディングする方法に比べて、自然酸化膜の増加をさらに抑制することができる。

【0003】

【特許文献1】

特開 2001-217194 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、処理室および待機室を真空中に排気してポートローディングする場合には、パーティクルが発生することが究明された。すなわち、ウエハが予熱された処理室にポートローディングされる際には、ウエハの温度がヒータに近い側である周辺部から上昇し遠い側である中央部が遅れて上昇することによるウエハ面内の温度差とウエハの自重との関係により、ウエハは凹形状に反ることが知られている。このウエハの反りに伴って、ポートのウエハ保持溝の保持面とウエハの下面における周辺部の被保持面とが擦れ合う。この際、処理室および待機室が真空中に排気されていると、ウエハの被保持面とポートの保持面との摩擦力が大きくなるため、前の工程でウエハの下面に被着された被膜が剥離される。剥離された被膜はパーティクルとなって保持溝の保持面から溢れ落ちて、直下のウエハにおけるICが作り込まれる面である上面に付着するため、ICの製造方法の歩留

りを低下させる。

#### 【0005】

本発明の目的は、減圧下での基板の被保持面からのパーティクルによる歩留りの低下を防止することができる基板処理装置および半導体装置の製造方法を提供することにある。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

第一の解決手段は、基板を処理する処理室と、前記基板を支持する基板支持体と、この基板支持体を収容する待機室と、前記基板を支持した前記基板支持体を前記待機室から前記処理室へ搬入する際の前記待機室および前記処理室の圧力が大気圧よりも低い圧力となるように制御する制御装置とを有する基板処理装置であって、前記基板支持体は前記基板と接触する支持部と、この支持部の下方に設けられてこの支持部の外周縁の一部から外方に延び出た受け皿部とを有することを特徴とする基板処理装置、である。

第一の解決手段によれば、基板支持体の支持部と基板の被保持面との間に摩擦が発生して基板の被膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルは受け皿部で受け止められることにより基板に落下するのを防止されるため、基板の被膜の剥離による歩留りの低下を防止することができる。

第二の解決手段は、前記第一の解決手段において、前記制御装置は前記搬入時の圧力が前記搬入前に前記待機室を真空引きする時の圧力よりも高く大気圧よりも低い圧力になるように制御することを特徴とする基板処理装置、である。

第三の解決手段は、前記第一の解決手段において、前記制御装置は前記搬入時の圧力が前記基板処理時の圧力よりも高く大気圧よりも低い圧力になるように制御することを特徴とする基板処理装置、である。

第四の解決手段は、前記第一の解決手段において、前記搬入時の圧力が200～3000Paになるように制御することを特徴とする基板処理装置、である。

第五の解決手段は、基板を処理する処理室と、この処理室で前記基板を支持する基板支持体とを有し、CVD法によって前記基板に薄膜を堆積させる処理を実施する基板処理装置であって、前記基板支持体は前記基板と接触する支持部と、こ

の支持部の下方に設けられてこの支持部の外周縁の一部から外方に延び出た受け皿部とを有し、前記受け皿部は前記支持部で発生するパーティクルを受け止めるように構成されていることを特徴とする基板処理装置、である。

第六の解決手段は、第五の解決手段において、前記処理は800℃以下の温度で実施されることを特徴とする基板処理装置、である。

第七の解決手段は、第五の解決手段において、前記処理は400℃～800℃の温度で実施されることを特徴とする基板処理装置、である。

第八の解決手段は、第五の解決手段において、前記薄膜がシリコン膜または窒化シリコン膜であることを特徴とする基板処理装置、である。

第九の解決手段は、基板を処理する処理室と、この処理室で前記基板を支持する基板支持体とを有する基板処理装置であって、前記基板支持体は前記基板と接触する支持部と、この支持部の下方に設けられてこの支持部の外周縁の一部から外方に延び出た受け皿部とを有し、前記受け皿部は前記支持部の外周縁の一部から外方に6mm以上延び出ていることを特徴とする基板処理装置、である。

第十の解決手段は、第九の解決手段において、前記受け皿部は支持部の外周縁の一部から外方に6mm～15mmだけ延び出ていることを特徴とする基板処理装置、である。

第十一の解決手段は、基板と接触する支持部と、この支持部の下方に設けられてこの支持部の外周縁の一部から外方に延び出た受け皿部とを有する基板支持体に前記基板を支持するステップと、前記基板を支持した前記基板支持体を大気圧よりも低い圧力で処理室に搬入するステップと、前記処理室において前記基板支持体によって支持された前記基板を処理するステップと、を有することを特徴とする半導体装置の製造方法、である。

第十二の解決手段は、基板と接触する支持部と、この支持部の下方に設けられてこの支持部の外周縁の一部から外方に延び出た受け皿部とを有し、前記受け皿部は前記支持部で発生したパーティクルを受け止めるように構成された基板支持体により前記基板を支持するステップと、前記基板を前記基板支持体によって支持した状態でCVD法によって前記基板に薄膜を堆積させるステップと、を有することを特徴とする半導体装置の製造方法、である。



## 【0007】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施の形態を図面に即して説明する。

## 【0008】

本実施の形態においては、本発明に係る半導体装置の製造方法における成膜工程は、図1および図2に示されたCVD装置（バッチ式縦形ホットウォール形減圧CVD装置）によって実施される。図1および図2に示されたCVD装置は中心線が垂直になるように縦に配されて固定的に支持された縦形のプロセスチューブ11を備えており、プロセスチューブ11はインナチューブ12とアウトチューブ13とから構成されている。インナチューブ12は石英（ $\text{SiO}_2$ ）または炭化シリコン（ $\text{SiC}$ ）が使用されて円筒形状に一体成形され、アウトチューブ13は石英または炭化シリコンが使用されて円筒形状に一体成形されている。インナチューブ12は上下両端が開口した円筒形状に形成されており、インナチューブ12の筒中空部はボートによって垂直方向に整列した状態に保持された複数枚のウエハが搬入される処理室14を形成している。インナチューブ12の下端開口は被処理基板としてのウエハを出し入れするための炉口15を構成している。したがって、インナチューブ12の内径は取り扱うウエハの最大外径よりも大きくなるように設定されている。アウトチューブ13は内径がインナチューブ12の外径よりも大きく上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されており、インナチューブ12にその外側を取り囲むように同心円に被せられている。インナチューブ12の下端とアウトチューブ13の下端との間は円形リング形状に形成されたマニホールド16によって気密封止されており、マニホールド16がCVD装置の筐体31によって支持されることにより、プロセスチューブ11は垂直に据え付けられている。マニホールド16の下端開口は炉口ゲートバルブ29によって開閉されるようになっている。

## 【0009】

マニホールド16の側壁の上部には真空ポンプ等からなる排気装置41に排気ライン42を介して接続された排気管17が接続されており、排気ライン42には流量制御弁43および圧力計44が設備されている。流量制御弁43は制御装置

40によって制御されるように構成されており、圧力計44は計測結果を制御装置40に送信するように構成されている。排気管17はインナチューブ12とアウトチューブ13との間に形成された隙間からなる排気路18に連通した状態になっている。排気路18はインナチューブ12とアウトチューブ13との隙間によって横断面形状が一定幅の円形リング形状に構成されており、排気管17はマニホールド16に接続されているため、排気路18の最下端部に配置された状態になっている。マニホールド16の側壁の下部にはガス供給管19がインナチューブ12の炉口15に連通するように接続されており、ガス供給管19には成膜ガス供給源50と窒素ガス供給源60とが、成膜ガス供給ライン51と窒素ガス供給ライン61とを介してそれぞれ接続されている。成膜ガス供給ライン51と窒素ガス供給ライン61とには、制御装置40によってそれぞれ制御される成膜ガス流量制御弁52と窒素ガス流量制御弁62とがそれぞれ設けられている。ガス供給管19によって炉口15に供給されたガスは、インナチューブ12の処理室14を流通して排気路18を通して排気管17によって排気される。マニホールド16の下端面には処理室14を閉塞するシールキャップ20が下側から当接されるようになっている。シールキャップ20はマニホールド16の外径と略等しい円盤形状に形成されており、ポートエレベータ（図示せず）によって垂直方向に昇降されるように構成されている。

#### 【0010】

シールキャップ20の中心線上には被処理基板としてのウエハ1を保持するためのポート21が垂直に立脚されて支持されるようになっている。ポート21は全体的に石英または炭化シリコンが使用されて構成されており、上下で一对の端板22、23と、両端板22、23間に架設されて垂直に配設された複数本（図示例では三本）の保持部材24とを備えている。各保持部材24には多数条の保持溝25が長手方向に等間隔に配されて互いに対向して開口するように刻設されており、図2および図3に示されているように、各保持溝25の上向き面から構成された保持面26の外周縁辺（エッジ）にはR面取り部27が施されている。R面取り部27の曲率半径は1mm以上に設定されている。さらに、保持面26の中央部には半球形状に形成された凸部28が突設されている。ウエハ1は複数本

の保持部材 24 相互間の同一の段の保持溝 25 に外周部を挿入されて、その下面における周辺部の複数箇所（本実施の形態においては三箇所）を保持面 26 の凸部 28 によって受けられることによって保持される。したがって、凸部 28 はウエハを支持する支持部を構成している。各保持溝 25 によってそれぞれ保持された状態において、複数枚のウエハ 1 はポート 21 に水平にかつ互いに中心を揃えて整列された状態になる。

#### 【0011】

アウトチューブ 13 の外部にはプロセスチューブ 11 内を加熱するヒータユニット 30 が、アウトチューブ 13 の周囲を包囲するように同心円に設備されており、ヒータユニット 30 はプロセスチューブ 11 内を全体にわたって均一または予め設定された温度分布に加熱するように構成されている。ヒータユニット 30 は CVD 装置の筐体 31 に支持されることにより垂直に据え付けられた状態になっている。図 1 に示されているように、筐体 31 はヒータユニット設置室 32 と、ポート 21 が処理室 14 に対しての搬入搬出に待機する待機室 33 とを備えており、待機室 33 はロードロック方式（ゲートバルブ等の隔離バルブを用いて処理室と搬入搬出室とを隔離し、処理室への空気の流入を防止したり、温度や圧力等の外乱を小さくして処理を安定化させる方式）に構築されている。筐体 31 の待機室 33 の側壁には待機室 33 を排気する排気管 34 と、待機室 33 にパージガスとしての窒素ガスを供給する窒素ガス供給管 35 とがそれぞれ接続されている。排気管 34 は流量制御弁 46 および圧力計 47 が設備された排気ライン 45 を介して排気装置 41 に接続されている。流量制御弁 46 は制御装置 40 によって制御されるように構成されており、圧力計 47 は計測結果を制御装置 40 に送信するように構成されている。窒素ガス供給管 35 は流量制御弁 64 が設備された窒素ガス供給ライン 63 を介して窒素ガス供給源 60 に接続されており、流量制御弁 64 は制御装置 40 によって制御されるように構成されている。なお、待機室 33 の他の側壁にはゲートバルブによって開閉されるウエハ搬入搬出口が開設されている。待機室 33 の内部にはシールキャップ 20 を昇降させるポートエレベータ（図示せず）が設置されている。

#### 【0012】

次に、前記構成に係る CVD 装置を使用した本発明の一実施の形態である IC の製造方法の成膜工程を、ウエハにドーパドポリシリコン膜を形成する場合について説明する。

#### 【0013】

複数枚のウエハ 1 がボート 21 に装填されるウエハチャージングステップにおいては、図 1 に示されているように、ボート 21 が待機室 33 に待機された状態で、複数枚のウエハ 1 がボート 21 にウエハ移載装置 (wafer transfer equipment) によって装填されて行く。この際、待機室 33 は窒素ガス供給管 35 によって供給された窒素ガスによってパージされる。すなわち、制御装置 40 は窒素ガス流量制御弁 64 を制御することによって窒素ガス供給源 60 の窒素ガスを窒素ガス供給ライン 63 を通じて窒素ガス供給管 35 から待機室 33 に供給させ、図 6 (a) に示されているように、待機室 33 の圧力を大気圧 (約 1013 hPa) に維持する。この待機室 33 の窒素ガスパージによって、ウエハ 1 における自然酸化膜の生成を防止しつつ、大気圧下でのウエハチャージング作業を実施することができる。この際、炉口ゲートバルブ 29 は閉じられている。

#### 【0014】

所定の枚数のウエハ 1 が装填されたボート 21 が処理室 14 にボートローディングされるボートローディングステップにおいては、炉口ゲートバルブ 29 が開けられ炉口 15 が開口された後に、ボート 21 はボートエレベータによって差し上げられてインナチューブ 12 の炉口 15 から処理室 14 にボートローディングされて行き、図 2 に示されているように、炉口 15 を気密シールしたシールキャップ 20 に支持されたままの状態、処理室 14 に存置される。このボートローディングに際して、待機室 33 および処理室 14 はそれぞれ 200 Pa となるように窒素ガス供給管 35 およびガス供給管 19 から窒素ガスを供給しつつ、排気管 34 および排気管 17 によってそれぞれ排気される。すなわち、制御装置 40 は窒素ガス流量制御弁 64 を制御することによって窒素ガス供給管 35 から待機室 33 への窒素ガス流量を制御し、流量制御弁 46 を制御することによって待機室 33 を排気し、図 6 (a) に示されているように、待機室 33 を 200 Pa まで減圧して維持する。また、制御装置 40 は窒素ガス流量制御弁 62 を制御するこ

とによってガス供給管 19 から処理室 14 への窒素ガス流量を制御し、流量制御弁 43 を制御することによって処理室 14 を排気し、図 6 (b) に示されているように、処理室 14 の圧力を 200 Pa に維持する。この際、炉口ゲートバルブ 29 は閉じられており、炉口 15 が気密にシールされている。また、処理室 14 の温度は熱処理温度 (例えば、530℃) を維持するように制御されている。この状態すなわち待機室 33 と処理室 14 との圧力が略等しくなった状態で、炉口ゲートバルブ 29 が開けられることにより、処理室 14 と待機室 33 が連通し、200 Pa の圧力のもとポートローディングが行われる。

#### 【0015】

処理室 14 においてポート 21 によって保持されたウエハ 1 を処理する処理ステップにおいては、処理室 14 の内部が所定の真空度 (110 Pa) となるようにガス供給管 19 から窒素ガスを流しつつ、排気管 17 によって排気される。すなわち、制御装置 40 は窒素ガス流量制御弁 62 を制御することによってガス供給管 19 から処理室 14 への窒素ガス流量を制御し、流量制御弁 43 を制御することによって処理室 14 を排気し、図 6 (b) に示されているように、処理室 14 の圧力を 110 Pa に減圧する。次いで、処理ガス 36 が処理室 14 にガス供給管 19 によって供給され、ウエハ 1 の表面に所望の成膜としてのドーパドポリシリコン膜 2 が熱 CVD 法により堆積 (デポジション) される。すなわち、制御装置 40 は成膜ガス流量制御弁 52 を制御することによって処理ガス 36 としてのモノシラン ( $\text{SiH}_4$ ) ガスおよびホスフィン ( $\text{PH}_3$ ) ガスを処理室 14 へガス供給管 19 によって供給する。供給された処理ガス 36 はインナチューブ 12 の処理室 14 を上昇し、上端開口からインナチューブ 12 とアウトチューブ 13 との隙間によって形成された排気路 18 に流出して排気管 17 から排気される。

#### 【0016】

予め設定された処理時間が経過すると、シールキャップ 20 が下降されて処理室 14 の炉口 15 が開口されるとともに、ポート 21 に保持された状態でウエハ 1 群が炉口 15 からプロセスチューブ 11 の外部に搬出 (ポートアンローディング) される。このポートアンローディングステップにおいては、図 6 に示されているように、処理室 14 の圧力は 200 Pa に増圧され、200 Pa に維持されて

いる待機室 33 の圧力と略同一となる。すなわち、制御装置 40 は窒素ガス流量制御弁 62 を制御することによってガス供給管 19 から処理室 14 への窒素ガス流量を制御し、流量制御弁 43 を制御することによって、図 6 (b) に示されているように、処理室 14 の圧力を 200 Pa に増圧し維持する。このようにして、ボートアンローディングステップが 200 Pa のような低圧下において実施されると、処理済のウエハ 1 の自然酸化膜の生成をきわめて効果的に防止することができる。

#### 【0017】

待機室 33 にボートアンローディングされたボート 21 から処理済のウエハ 1 が脱装されるウエハディスチャージングステップにおいては、図 6 (a) に示されているように、待機室 33 は窒素ガス供給管 35 によって供給された窒素ガスによってパージされる。すなわち、制御装置 40 は窒素ガス流量制御弁 64 を制御することによって窒素ガス供給源 60 の窒素ガスを窒素ガス供給ライン 63 を通じて窒素ガス供給管 35 から待機室 33 に供給させ、図 6 (a) に示されているように、待機室 33 の圧力を大気圧まで増圧して維持する。この待機室 33 の窒素ガスパージによって、高温になった処理済のウエハ 1 を強制的に冷却することができる。処理済のウエハ 1 の温度がウエハ移載装置の取扱可能温度まで低下すると、処理済のウエハ 1 群がボート 21 からウエハ移載装置によって脱装される。この際、待機室 33 は窒素ガスパージされているので、処理済のウエハ 1 における自然酸化膜の生成を防止しつつ、大気圧下でのウエハディスチャージング作業を実施することができる。以降、前述した各ステップが反復されることにより、成膜工程が繰り返し実施されて行く。

#### 【0018】

以上の成膜工程において、ウエハ 1 が処理温度に維持された処理室 14 にボートローディングされる際には、ウエハ 1 の温度はヒータユニット 30 に近い側である周辺部から上昇し遠い側である中央部が遅れて上昇する状態になり、このウエハ 1 の面内の温度差とウエハ 1 の自重との関係により、ウエハ 1 は凹形状（中央部が下がり周辺部が上がった形状）に反る現象が起こる。このウエハ 1 の反りに伴って、ボート 21 の保持溝 25 の保持面 26 とウエハ 1 の下面における周辺部

の被保持面とが擦れ合うため、前の成膜工程でボート 21 に被着された脆弱な膜が剥離する。剥離した膜はパーティクルとなって保持溝 25 の保持面 26 から溢れ落ちて、直下のウエハ 1 における IC が作り込まれる面である上面に付着するため、IC の製造方法の歩留りを低下させる原因になる。

#### 【0019】

しかし、本実施の形態においては、ウエハ 1 は保持溝 25 の保持面 26 の中央部に突設された凸部 28 によって保持面 26 から浮き上げられた状態で保持されているため、ボート 21 の凸部 28 とウエハ 1 の被保持面との間に摩擦が発生して膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルはボート 21 の保持面 26 に落下して受け止められることによりウエハに落下するのを防止される。つまり、ボート 21 の凸部 28 とウエハ 1 の被保持面との間に摩擦が発生して膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルは直下のウエハ 1 における IC が作り込まれる面である上面に付着するのを防止することができるため、パーティクルの発生による IC の製造方法の歩留りの低下を防止することができる。したがって、保持面 26 はウエハ 1 を支持する支持部である凸部 28 によって発生するパーティクルを受け止める受け皿部を構成している。

#### 【0020】

図 4 は保持面の形状とパーティクルの増加量との関係を示すグラフである。ここで、パーティクルの増加量とは処理前のパーティクル量に対する処理後のパーティクルの増加量を意味する。図 4 において、縦軸には  $0.16 \mu\text{m}$  のパーティクルの増加個数が取られており、横軸には凸部の無い従来の場合と、凸部の有る本実施の形態の場合とが示されている。各場合における棒 TOP はボートのトップ部におけるパーティクルの増加個数を示し、棒 BOTTOM はボートのボトム部におけるパーティクルの増加個数を示している。なお、実験条件は各場合相互において同一であり、ボートローディングステップにおける処理室 14 の温度は  $530^\circ\text{C}$  に設定し、待機室 33 および処理室 14 の圧力は  $200 \text{ Pa}$  に設定した。図 4 によれば、本実施の形態においては、トップ部およびボトム部のいずれについてもパーティクルの増加個数を 20 個以下に低減することが理解される。

#### 【0021】

図5はパーティクルの分布図であり、(a)は凸部の無い従来の場合を示しており、(b)は凸部の有る本実施の形態の場合を示している。図5(a)に示された凸部の無い従来例の場合においては、パーティクルが保持部材24に対応する部位に偏在している。これに対して、図5(b)に示された凸部の有る本実施の形態の場合においては、パーティクルが保持部材24に対応する部位に偏在せず、全体的に散在している。これはパーティクルが保持面26に受け止められることにより、ウエハ1の上面に落下していないことを示しているものと、考察される。

#### 【0022】

ところで、ボートローディングステップにおける待機室および処理室の圧力が低くなるほどパーティクルの発生量が多くなり、高くなるほどパーティクルの発生量が少なくなる。図4の場合においては、ボートローディングステップにおける待機室33および処理室14の圧力は200Paと低く設定されているが、パーティクルの増加個数は20個以下に抑制されている。したがって、本実施の形態に係るボートローディングステップにおける待機室33および処理室14の圧力は、200Pa以上に設定することが望ましい。

#### 【0023】

但し、ボートローディングステップにおける待機室33および処理室14の圧力をむやみに高くすると、処理ステップにおける処理圧力（本実施の形態においては、110Pa）との差が大きくなることにより、圧力調整時間が長くなってしまう。また、圧力を高く設定し過ぎると、自然酸化膜の増加を十分に抑制することができなくなってしまう。例えば、ボートローディングステップにおける圧力を比較的に高い圧力である大気圧（約1013hPa）に設定すると、圧力調整に時間がかかりスループットに悪影響が及ぶことになり、また、自然酸化膜の抑制も不十分になる。そのため、ボートローディングステップにおける待機室33および処理室14の圧力は大気圧よりも低い圧力、例えば、3000Pa以下とすることが好ましい。大気圧よりも低い圧力、好ましくは3000Pa以下に設定すれば、ボートローディングステップから処理ステップへの以降に際しての圧力調整時間をスループットに影響を及ぼさない程度の時間とすることができ、し



かも、自然酸化膜の生成を十分に防止することができる。要するに、ボートローディングステップにおける待機室および処理室の圧力は、200 Pa 以上で大気圧未満、好ましくは200 Pa 以上で3000 Pa 以下に設定することが望ましい。

#### 【0024】

前記した実施の形態によれば、次の効果が得られる。

#### 【0025】

1) ウエハを保持溝の保持面の中央部に突設した凸部によって保持面から浮き上げた状態で保持することにより、ボートの凸部とウエハの被保持面との間に摩擦が発生して先に被着された被膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルをボートの保持面によって受け止めることにより、パーティクルがウエハに落下するのを防止することができる。

#### 【0026】

2) ボートの凸部とウエハの被保持面との間に摩擦が発生して被膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルが直下のウエハにおける IC が作り込まれる面である上面に付着するのを防止することができるため、パーティクルの発生による IC の製造方法の歩留りの低下を防止することができる。

#### 【0027】

3) ボートローディングステップにおける待機室および処理室の圧力を、200 Pa 以上で大気圧未満、好ましくは200 Pa 以上で3000 Pa 以下に設定することにより、ボートローディングステップから処理ステップへの以降に際しての圧力調整時間をスループットに影響を及ぼさない程度の時間とすることができるし、かつ、自然酸化膜の生成を十分に防止することができるため、スループットの低下を防止しつつ、自然酸化膜の生成を確実に防止することができる。

#### 【0028】

図7は本発明の第二の実施の形態である CVD 装置のボートの保持溝の部分を示す斜視図である。図8は本発明の第二の実施の形態である IC の製造方法の成膜工程における圧力に関するタイムチャートである。図9は受け皿部の大きさとパーティクルの増加量との関係を示すグラフであり、図10はその実験に使用され

た受け皿部のそれぞれを示す比較図である。図11はパーティクルの低減効果を示す分布図である。

#### 【0029】

図7に示されているように、本実施の形態に係るボート21の保持部材24における保持溝25の部分には、ウエハ1の下面に接触して支持する支持部28Aがウエハ1の径方向内向きに水平に突設されているとともに、支持部28Aの下には支持部28Aで発生するパーティクルを受け止める受け皿部26Aが、支持部28Aの外周縁の一部すなわち支持部28Aの外周縁のうち保持部材24の支柱部分と接していない部分の三方から外方に延び出るようにウエハ1の径方向内向きに水平に突設されている。支持部28Aは保持部材24と同質の材料が使用されて平面視が長方形の直方体形状に形成されている。受け皿部26Aは支持部28Aと同質の材料が使用されて平面視が長方形の平板形状に形成されている。受け皿部26Aの支持部28Aの外周縁の保持部材24の支柱部分と接していない部分の三方から外方への延び出し量L（図7に示された支持部28Aのエッジから受け皿部26Aのエッジまでの距離L）は、6mm以上、好ましくは6mm～15mmに設定することが望ましい。

#### 【0030】

次に、前記構成に係るボートを有するCVD装置を使用した本発明の第二の実施の形態であるICの製造方法の成膜工程を、ウエハ上に窒化シリコン（Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）膜を形成する場合を例にして、図8について説明する。

#### 【0031】

複数枚のウエハ1がボート21に装填されるウエハチャージングステップにおいては、図8（a）に示されているように、待機室33が窒素ガスによってパージされることにより、待機室33の圧力は大気圧（約1013hPa）に維持される。この待機室33の窒素ガスパージによって、ウエハ1における自然酸化膜の生成を防止しつつ、大気圧下でのウエハチャージング作業を実施することができる。

#### 【0032】

所定の枚数のウエハ1が装填されたボート21が処理室14にボートローدين

グされるポートローディングステップにおいては、図8 (a) に示されているように、待機室33は200Paまで減圧されて維持され、また、図8 (b) に示されているように、処理室14の圧力は200Paに維持される。この際、処理室14の温度は熱処理温度である750℃を維持するように制御されているが、ポート21の搬入に伴って若干低下する。

#### 【0033】

ポート21によって保持されたウエハ1群を処理する処理ステップにおいては、図8 (b) に示されているように、処理室14の圧力は30Paに減圧される。この際、待機室33の圧力は200Paに維持される。次いで、処理ガスとしてのジクロルシラン ( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ) ガスおよびアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) が処理室14へ供給され、窒化シリコン ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 膜がウエハ1の上に堆積される。

#### 【0034】

予め設定された処理時間が経過した後のポートアンローディングステップにおいては、図8 (a) に示されているように、処理室14の圧力は200Paに増圧され、200Paに維持されている待機室33の圧力と略等しくされる。このようにして、ポートアンローディングステップが200Paのような低圧下において実施されると、処理済のウエハ1の自然酸化膜の生成をきわめて効果的に防止することができる。

#### 【0035】

待機室33にポートローディングされたポート21から処理済のウエハ1が脱装されるウエハディスチャージングステップにおいては、図8 (a) に示されているように、待機室33は窒素ガスによってパージされることにより、待機室33の圧力は大気圧に増圧されて維持される。この待機室33の窒素ガスパージによって、高温になった処理済のウエハ1を強制的に冷却することができる。処理済のウエハ1の温度がウエハ移載装置の取扱可能温度まで低下すると、処理済のウエハ1群がポート21からウエハ移載装置によって脱装される。この際、待機室33は窒素ガスパージされているので、処理済のウエハ1における自然酸化膜の生成を防止しつつ、大気圧下でのウエハディスチャージング作業を実施することができる。以降、前述したステップが反復されることにより、成膜工程が繰り返

し実施されて行く。

#### 【0036】

以上の成膜工程において、ウエハ1が処理温度に維持された処理室14にポートローディングされる際には、ウエハ1の温度はヒータユニット30に近い側である周辺部から上昇し遠い側である中央部が遅れて上昇する状態になり、このウエハ1の面内の温度差とウエハ1の自重との関係により、ウエハ1は凹形状（中央部が下がり周辺部が上がった形状）に反る現象が起こる。このウエハ1の反りに伴って、ポート21の支持部28Aとウエハ1の下面における周辺部の被保持面とが擦れ合うため、前の成膜工程でポート21に被着された脆弱な膜が剥離して落下するが、落下したパーティクルは支持部28Aの下の受け皿部26Aに受け止められることにより、ウエハに落下するのを防止される。つまり、ポート21の支持部28Aとウエハ1の被保持面との間に摩擦が発生して膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルは直下のウエハ1におけるICが作り込まれる面である上面に付着するのを防止することができるため、パーティクルの発生によるICの製造方法の歩留りの低下を防止することができる。

#### 【0037】

図9は受け皿部の大きさとパーティクルの増加量との関係を示すグラフである。ここで、パーティクルの増加量とは処理前のパーティクル量に対する処理後のパーティクルの増加量を意味する。図9において、縦軸には0.2 $\mu$ m超のパーティクルの増加個数が取られており、横軸には図10に示された比較例および実施例が取られている。なお、実験条件は各場合相互において同一であり、ポートローディングステップにおける処理室14の温度は750℃に設定し、待機室33および処理室14の圧力は200Paに設定した。

#### 【0038】

図9によれば、従来例の場合にパーティクルの増加量は133個であるのに対し、実施例1、実施例2、実施例3、実施例4の場合にはパーティクルの増加量は、それぞれ45個、22個、10個、11個となり、いずれの場合においても45個以下に低減し得ることが、理解される。すなわち、受け皿部26Aの支持部28Aの先端の片側のコーナーからの伸び出し量Lを2mm以上に設定すること

により、パーティクルの増加量を45個以下に低減することができる。また、受け皿部26Aの伸び出し量Lを6mm以上に設定すれば、パーティクルの増加量を20個程度以下に低減することができる。さらに、受け皿部26Aの伸び出し量Lを10mm以上に設定すれば、パーティクルの増加量を10個程度以下に低減することができる。また、実施例3と実施例4との比較から明らかな通り、受け皿部26Aの伸び出し量Lが15mmの実施例4の場合においてパーティクルの低減の効果は飽和する。つまり、受け皿部26Aの支持部28Aの外周縁からの伸び出し量Lは2mm～15mmに設定することが望ましい。さらに、望ましくは6mm～15mmに設定するのがよい。

#### 【0039】

図11はパーティクルの分布図であり、(a)は受け皿部の無い図10の従来例の場合を示しており、(b)は図10の実施例4の場合を示している。図11(a)に示された従来例の場合においては、パーティクルが保持部材24に対応する部位に偏在している。これに対して、図11(b)に示された実施例4の場合においては、パーティクルが保持部材24に対応する部位に偏在せず、全体的に散在している。これはパーティクルが受け皿部26Aに受け止められることにより、ウエハ1の上面に落下していないことを示しているものと、考察される。

#### 【0040】

以上説明したように、本実施の形態においても、前記実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【0041】

図12は本発明の第三の実施の形態であるCVD装置のボートの保持溝の部分を示しており、(a)は斜視図、(b)は平面断面図、(c)は正面断面図である。

#### 【0042】

本実施の形態においては、第一実施の形態および第二実施の形態と同様に、ボートは保持部材を複数本例えば3本備えている。図12に示されているように、本実施の形態に係るボート21の保持部材24Bは円柱形状に形成されており、保持溝25Bは保持部材24Bの外周面におけるウエハ1の中心に向いた部分に切

削加工によって形成されている。保持溝 25 B にはウエハ 1 の下面に接触して支持する支持部 28 B がウエハ 1 の径方向内向きに水平に形成されているとともに、支持部 28 B で発生するパーティクルを受け止める受け皿部 26 B が支持部 28 B よりも低い位置（支持部 28 B の下方）に支持部 28 B のエッジ全体にわたって形成されている。支持部 28 B は平面視の形状が山形、正確には台形の平板形状に形成されており、山の頂部すなわち台形の上底（短い方の辺）がウエハ 1 の中心を向き、山の底部すなわち台形の下底（長い方の辺）がウエハ 1 の中心側と反対側を向いた形状に形成されている。すなわち、支持部 28 B は平面視において図 12（b）にハッチングで示された保持部材 24 B の支柱の部分側からウエハ 1 の中心方向に向かうに従い、その幅が狭くなる形状に形成されている。また支持部 28 B の台形の上底部のウエハを載置する部分には、R 面取りが施されている。この台形形状の支持部 28 B は保持溝 25 B の切削加工に際して同時に形成することができる。受け皿部 26 B の平面視の形状は保持部材 24 B の受け皿部 26 B の部分の円形断面から保持部材 24 B の図 12（b）のハッチングで示された支柱の部分の断面形状と支持部 28 B の台形形状とを切り欠いた形状になっており、受け皿部 26 B は保持部材 24 B の支柱の部分から支持部 28 B のエッジ（台形の二つの斜辺と上底）にかけてこれらに沿うように連続的に設けられる。受け皿部 26 B は保持部材 24 B に保持溝 25 B と支持部 28 B とを切削加工する際に、同時に形成することができる。

#### 【0043】

本実施の形態によれば、前述した実施の形態に係る効果に加えて次のような効果が得られる。受け皿部 26 B および支持部 28 B は保持溝 25 B の保持部材 24 B への切削加工のみにより同時に形成することができるので、加工工数を低減することができる。また、支持部 28 B と受け皿部 26 B と保持部材 24 B とを一体ものとして形成できるので部品点数を減らすことができ、ボートひいては CVD 装置の製造コストを低減することができる。支持部 28 B は平面視が台形の平板形状に形成されており、ウエハ 1 の中心に向かう方向に行くに従って幅が狭くなるように形成されているので、保持部材 24 B の切削加工が容易となり、さらに、保持部材 24 B の機械的強度を維持しつつウエハとの接触面積を小さくするこ

とができる。すなわち、ボートの加工が容易となるだけでなく、ボートがウエハの重量を支持する際の構造強度を十分に確保すると同時に、ウエハとの接触面積を小さくしてウエハの裏面に対する接触による汚染（コンタミネーション）の度合いを低減することができる。

#### 【0044】

なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更が可能であることはいうまでもない。

#### 【0045】

例えば、ドーパドポリシリコン膜や窒化シリコン膜の成膜工程に限らず、ノンドーパドポリシリコン膜、ノンドーパアモルファスシリコン膜、ドーパドアモルファスシリコン膜、酸化シリコン膜、さらには、酸化タンタル膜、酸化ジルコニウム膜等の金属酸化膜等、CVDによる成膜工程全般に適用することができる。特に、CVDによる成膜工程の場合には前の工程で、ボートに被着した膜の支持部における剥離による影響を防止できるので好ましい。

#### 【0046】

半導体装置の製造方法の特徴を実施する半導体製造装置は、アウトチューブとインナチューブとからなるプロセスチューブを備えたバッチ式縦形ホットウォール形減圧CVD装置に限らず、アウトチューブだけのプロセスチューブを備えたものや枚葉式CVD装置等の他のCVD装置、さらには、各種の熱処理工程を実施する熱処理装置（furnace）であってもよい。

#### 【0047】

前記実施の形態ではウエハに処理が施される場合について説明したが、処理対象はホトマスクやプリント配線基板、液晶パネル、コンパクトディスクおよび磁気ディスク等であってもよい。

#### 【0048】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、減圧下での基板の被保持面からのパーティクルによる歩留りの低下を防止することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

**【図 1】**

本発明の第一の実施の形態である CVD 装置を示す正面断面図である。

**【図 2】**

ボートローディングステップ後の主要部を示しており、(a) は正面断面図、(b) は (a) の b 部の拡大断面図である。

**【図 3】**

ボートの保持溝を示す斜視図である。

**【図 4】**

保持面の形状とパーティクルの増加量との関係を示すグラフである。

**【図 5】**

パーティクルの分布図であり、(a) は凸部の無い場合を示しており、(b) は凸部の有る場合を示している。

**【図 6】**

本発明の第一の実施の形態である IC の製造方法の成膜工程における圧力に関するタイムチャートである。

**【図 7】**

本発明の第二の実施の形態である CVD 装置のボートの保持溝の部分を示す斜視図である。

**【図 8】**

本発明の第二の実施の形態である IC の製造方法の成膜工程における圧力に関するタイムチャートである。

**【図 9】**

受け皿部の大きさとパーティクルの増加量との関係を示すグラフである。

**【図 10】**

図 9 の実験に使用された受け皿部のそれぞれを示す比較図である。

**【図 11】**

パーティクルの分布図であり、(a) は従来例を示しており、(b) は本実施の形態に係る場合を示している。

**【図 12】**



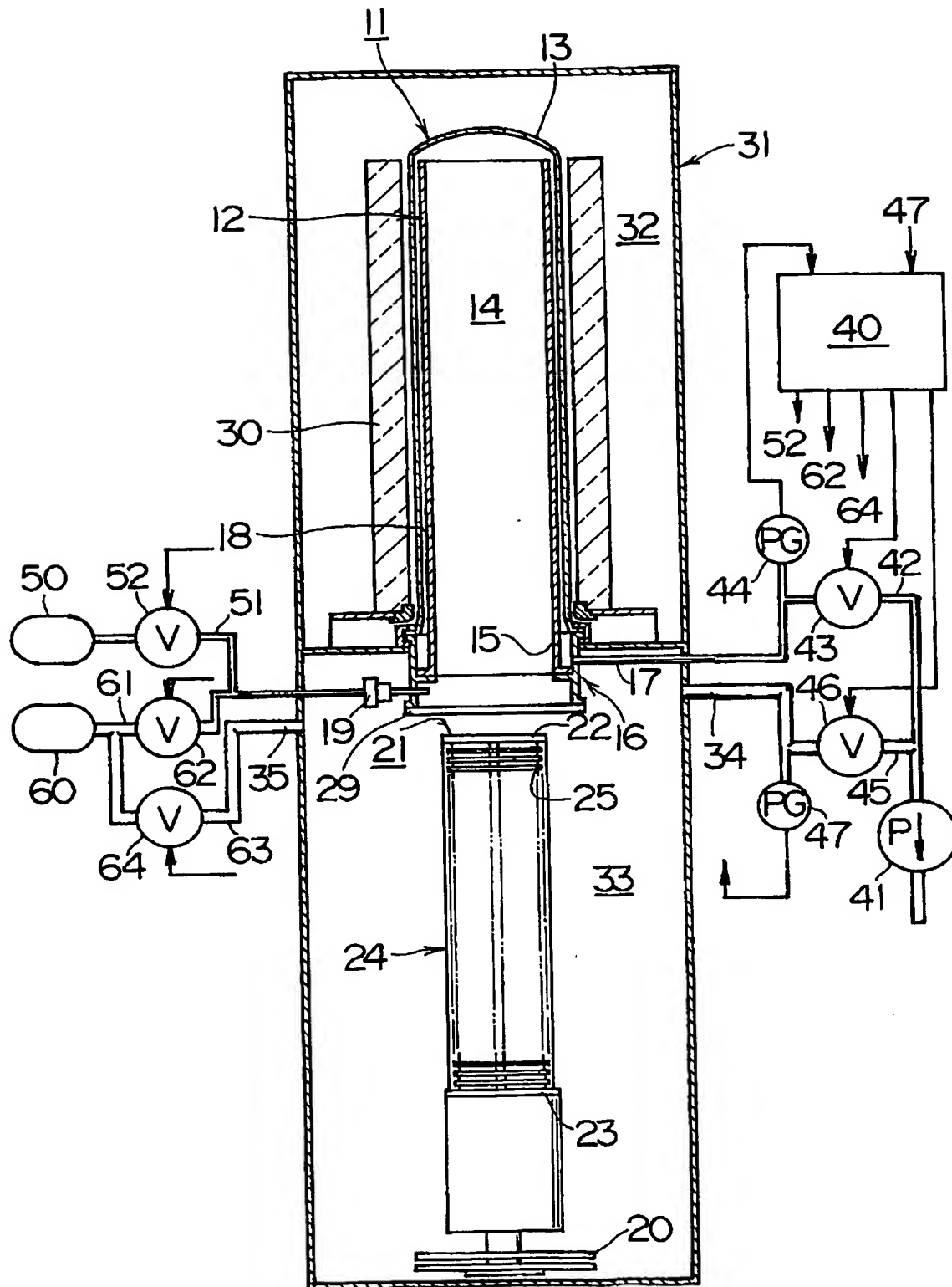
本発明の第三の実施の形態であるCVD装置のボートの保持溝の部分を示しており、(a)は斜視図、(b)は平面断面図、(c)は正面断面図である。

【符号の説明】

1…ウエハ（基板）、2…ドーパドポリシリコン膜（被膜）、11…プロセスチューブ、12…インナチューブ、13…アウトチューブ、14…処理室、15…炉口、16…マニホールド、17…排気管、18…排気路、19…ガス供給管、20…シールキャップ、21…ボート、22、23…端板、24、24B…保持部材、25、25B…保持溝、26…保持面、26A、26B…受け皿部、27…R面取り部、28…凸部、28A、28B…支持部、29…炉口ゲートバルブ、30…ヒータユニット、31…筐体、32…ヒータユニット設置室、33…待機室、34…排気管、35…窒素ガス供給管、36…処理ガス、40…制御装置、41…排気装置、42…排気ライン、43…流量制御弁、44…圧力計、45…排気ライン、46…流量制御弁、47…圧力計、50…成膜ガス供給源、51…成膜ガス供給ライン、52…成膜ガス流量制御弁、60…窒素ガス供給源、61、63…窒素ガス供給ライン、62、64…窒素ガス流量制御弁。

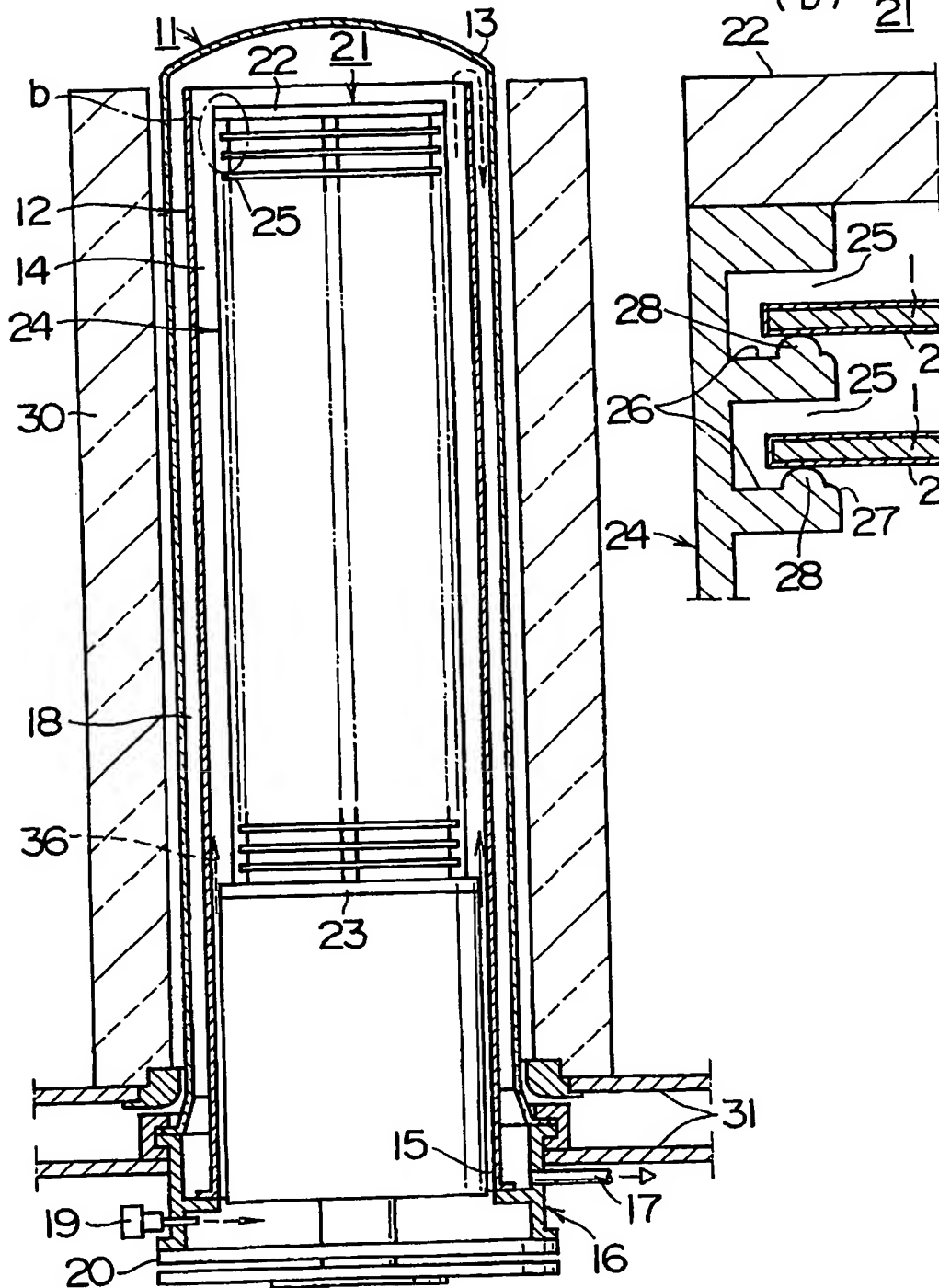
【書類名】 図面

【図 1】

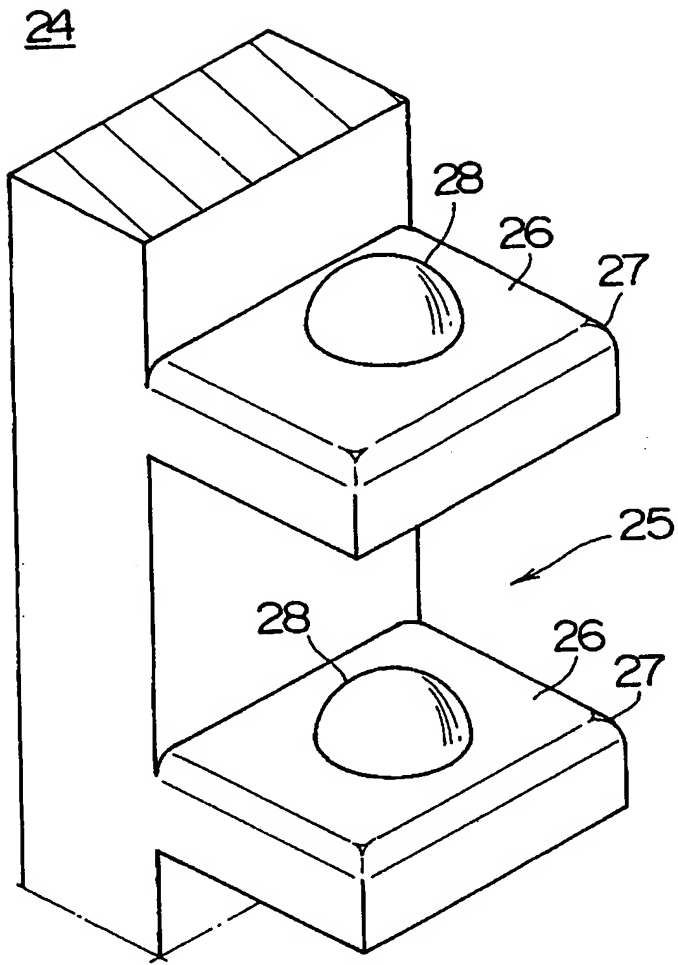


【図 2】

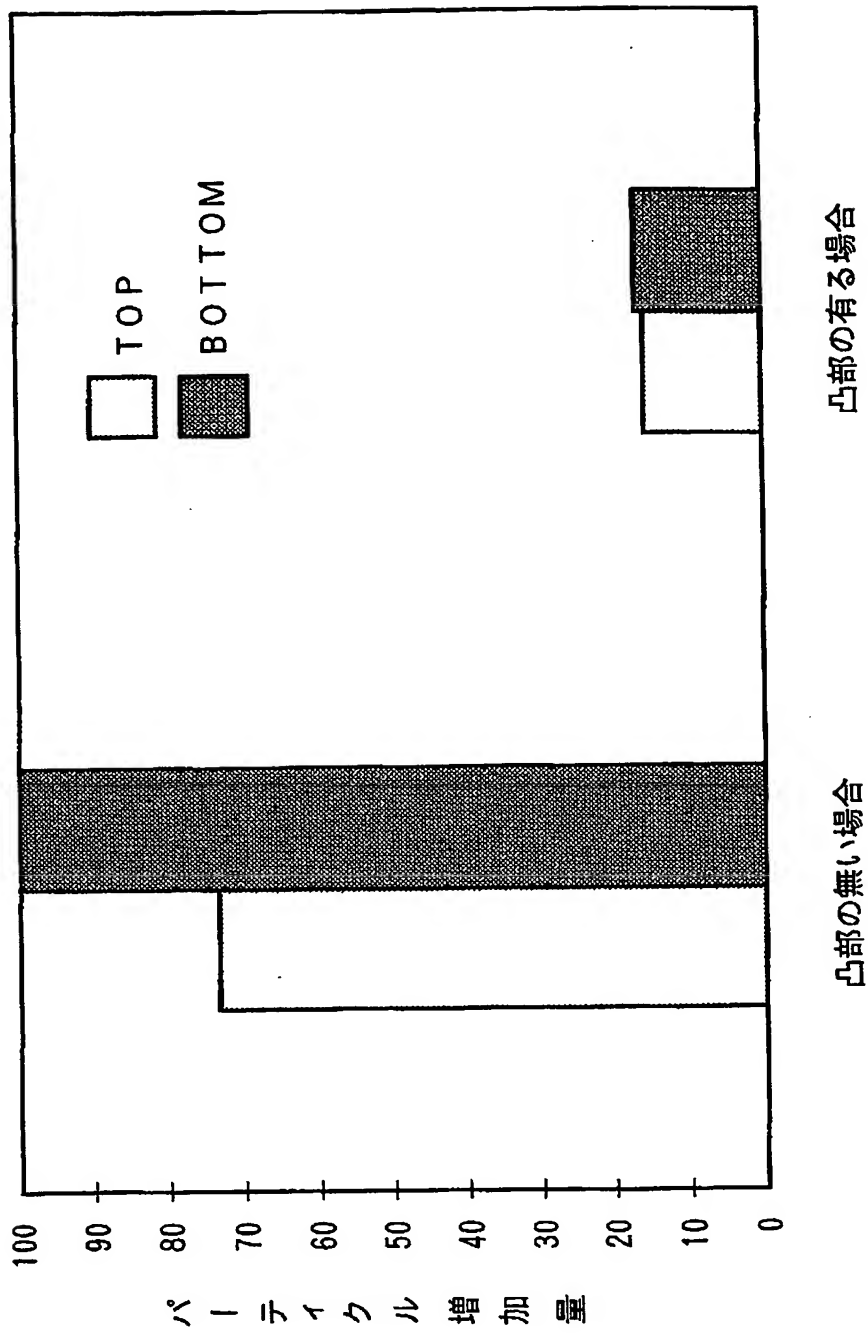
(a)



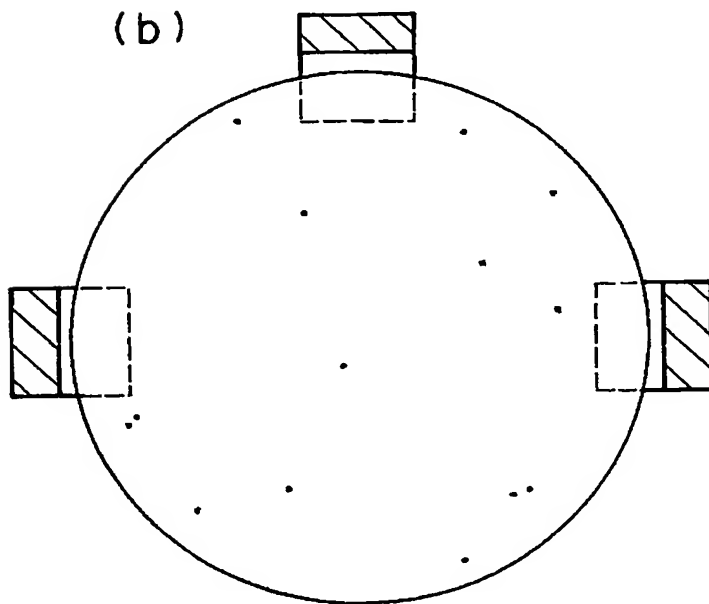
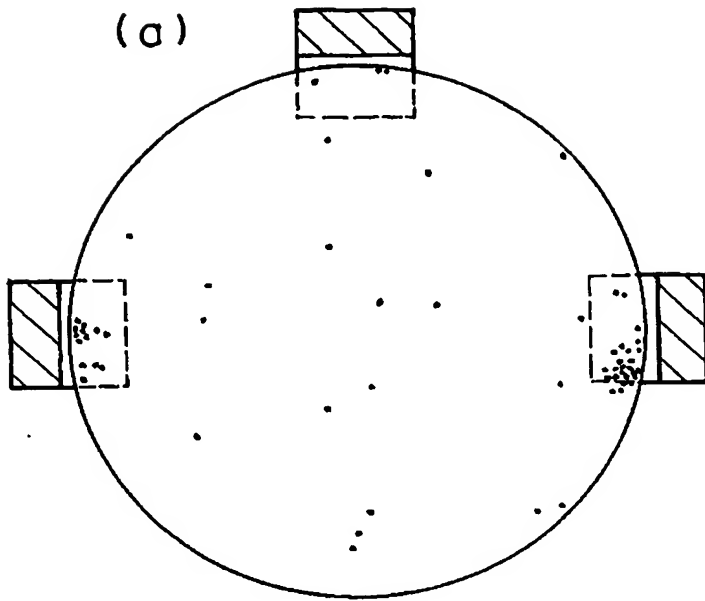
【図3】



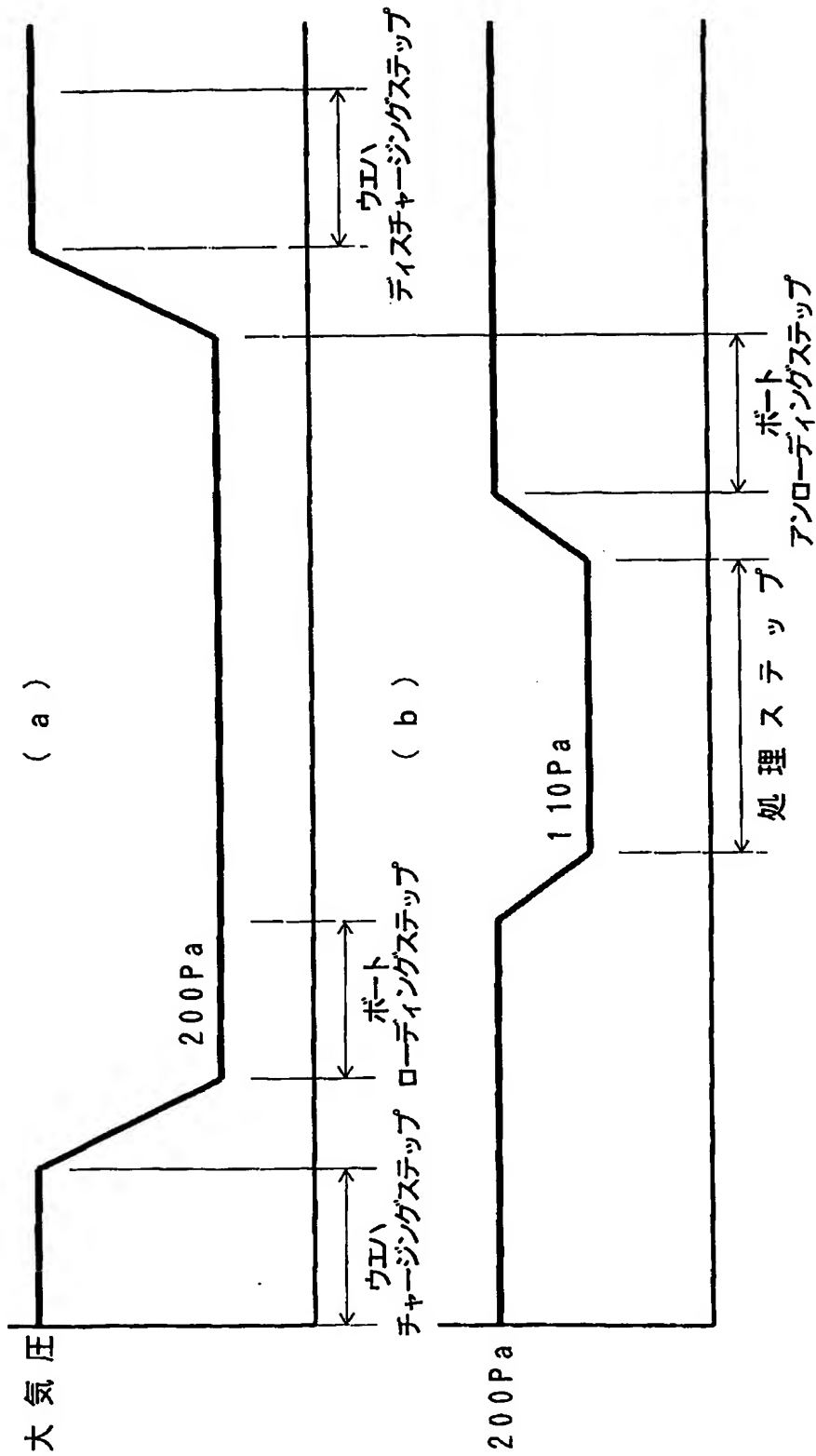
【図 4】



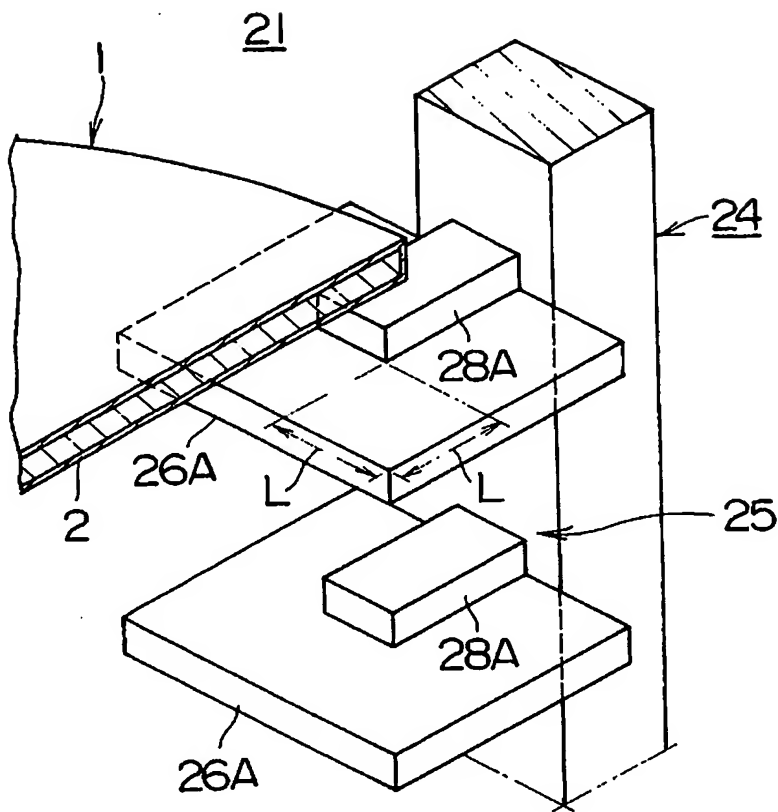
【図 5】



【図 6】

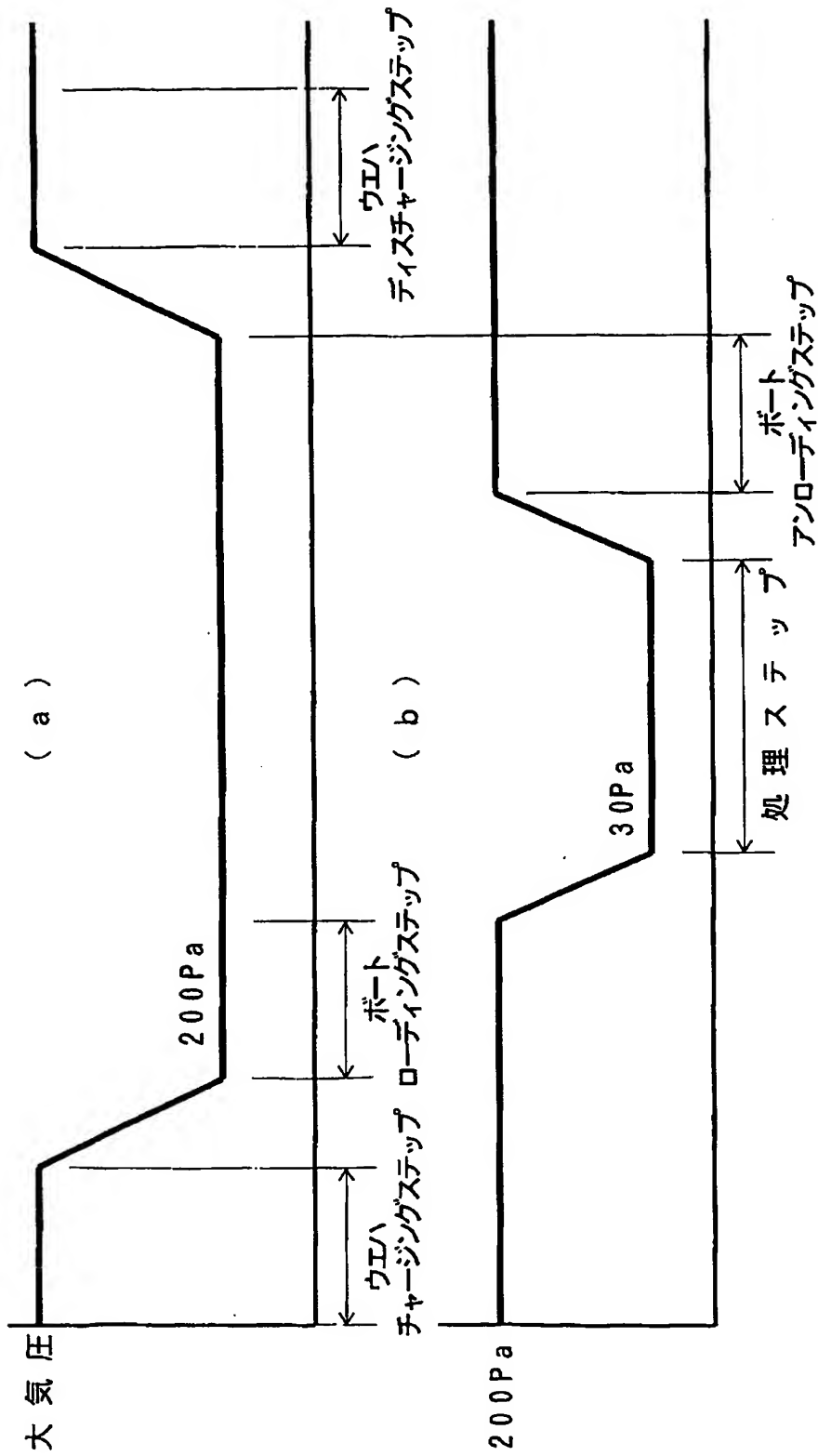


【図 7】

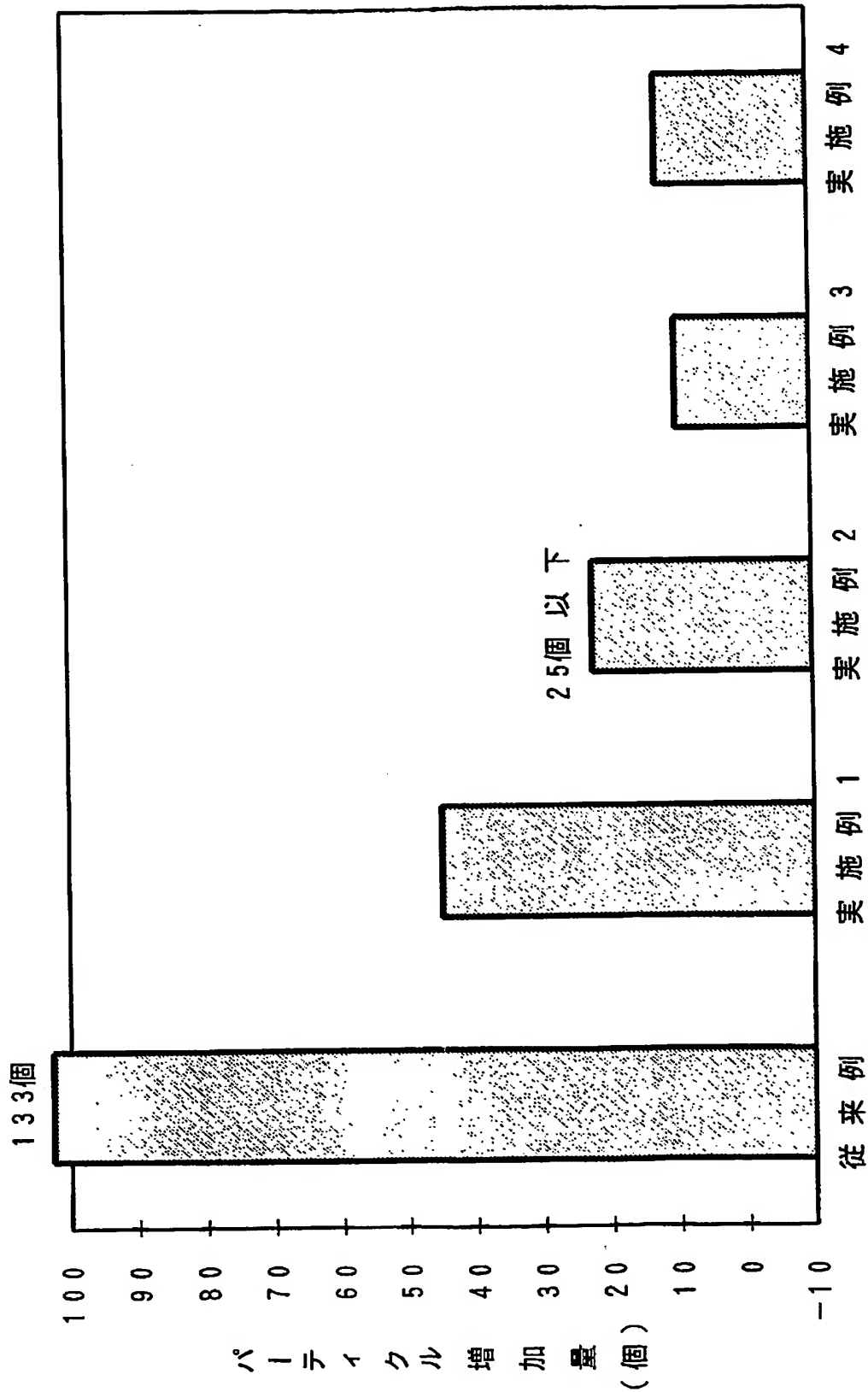






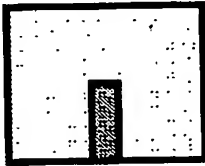
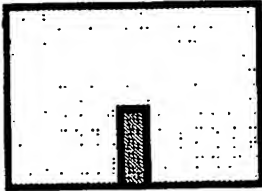
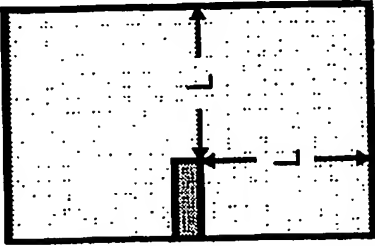





【図 8】



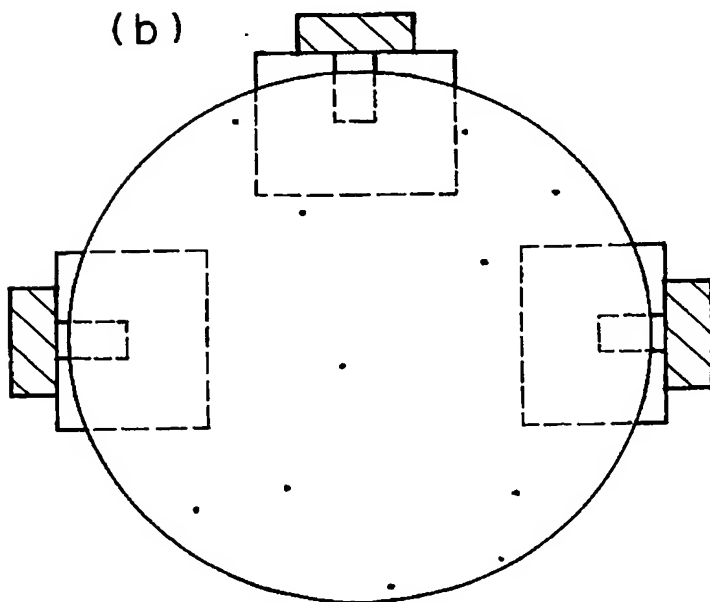
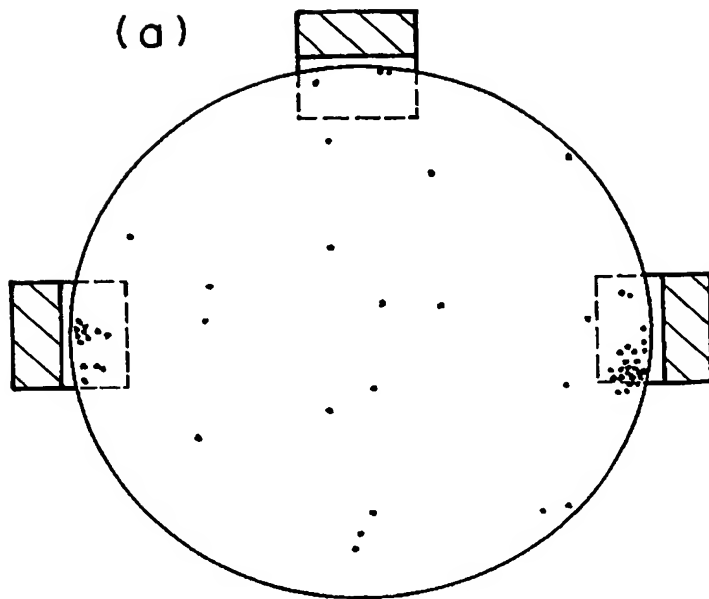
【図9】



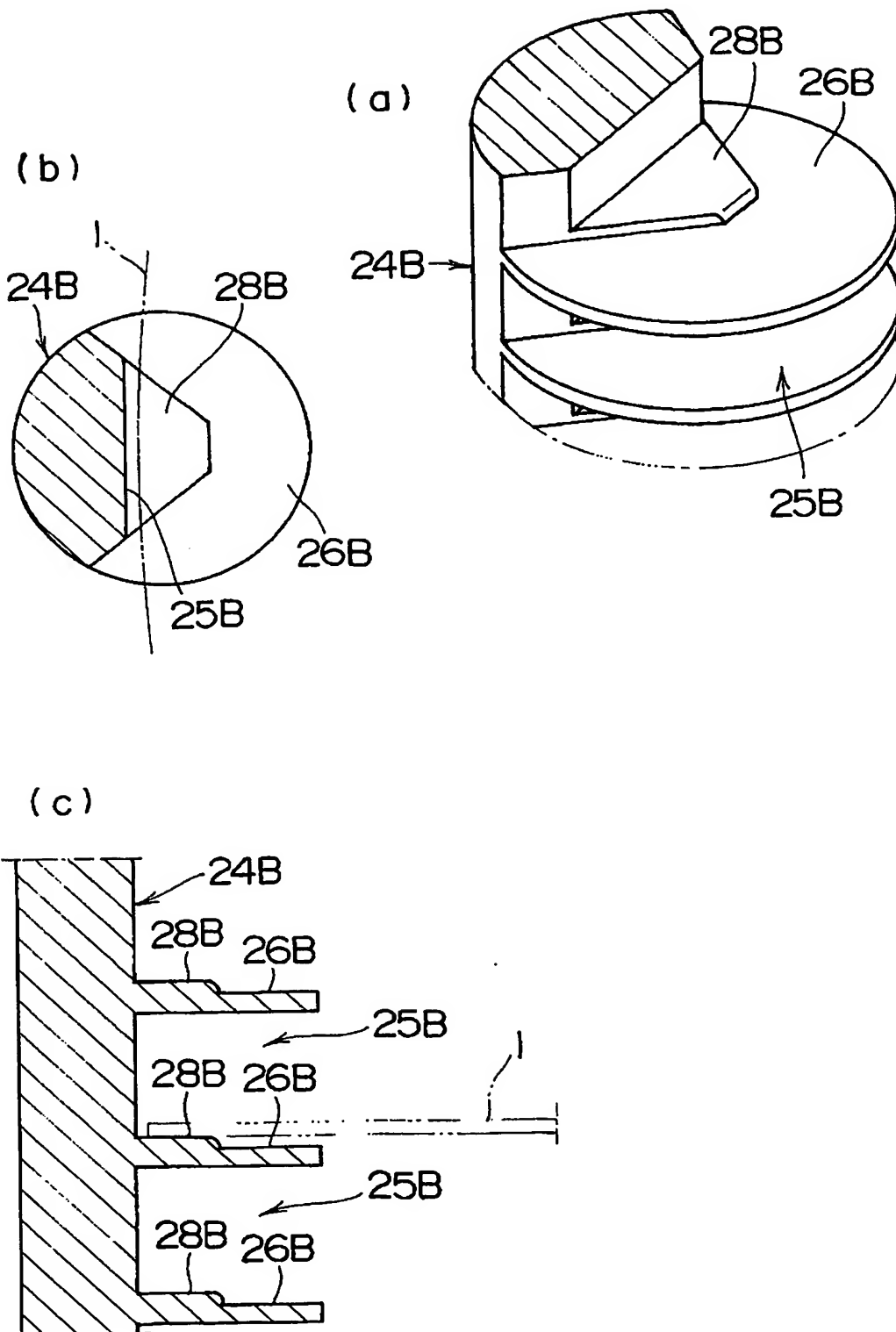
【図 10】

	従来例	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
L		2 mm	6 mm	10 mm	15 mm
平面図					
正面図					

【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 減圧下でのウエハの被保持面からのパーティクルによる I C の製造方法の歩留りの低下を防止する。

【解決手段】 ボート 21 の保持溝 25 の保持面（受け皿部）26 の中央部にウエハ 1 を受ける凸部（支持部）28 を突設しておき、ウエハ 1 が凸部 28 に受けられて整列されたボート 21 が待機室 33 から処理室 14 へボートローディングされる際に、待機室 33 と処理室 14 の圧力を 200 ～ 3000 Pa 以下に設定する。

【効果】 ウエハを凸部で保持面から浮き上げて保持することにより、減圧下において凸部とウエハの被保持面との間に大きな摩擦力が発生してウエハの被膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルは保持面で受け止められるため、保持面の直下におけるウエハの I C 作り込み面にパーティクルが付着するのを防止でき、パーティクルによる I C の製造方法の歩留りの低下を防止できる。

【選択図】 図 2

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-084774
受付番号	50300490936
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 3月31日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成15年 3月26日
【特許出願人】	
【識別番号】	000001122
【住所又は居所】	東京都中野区東中野三丁目14番20号
【氏名又は名称】	株式会社日立国際電気
【代理人】	申請人
【識別番号】	100085637
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿8丁目9番5号 セントラル 西新宿1-201号 梶原・岡部特許事務所
【氏名又は名称】	梶原 辰也

次頁無

特願 2003-084774

出願人履歴情報

識別番号

[000001122]

1. 変更年月日

2001年 1月11日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中野区東中野三丁目14番20号

氏 名

株式会社日立国際電気

2. 変更年月日

2003年 5月 6日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

東京都中野区東中野三丁目14番20号

氏 名

株式会社日立国際電気



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**